



Universitat
de les Illes Balears

TRABAJO DE FIN DE GRADO

RELACIÓN ENTRE LA INGESTA DIETÉTICA DE POLIFENOLES, ESTADO OXIDATIVO Y SALUD CARDIOVASCULAR EN ADULTOS CON SÍNDROME METABÓLICO EN BALEARES

Maria Magdalena Sansó Bauzá

Grado de Bioquímica

Facultad de Ciencias

Año Académico 2022-23

RELACIÓN ENTRE LA INGESTA DIETÉTICA DE POLIFENOLES, ESTADO OXIDATIVO Y SALUD CARDIOVASCULAR EN ADULTOS CON SÍNDROME METABÓLICO EN BALEARES

Maria Magdalena Sansó Bauzá

Trabajo de Fin de Grado

Facultad de Ciencias

Universidad de las Illes Balears

Año Académico 2022-23

Palabras clave del trabajo:

Polifenoles, dieta mediterránea, glucemia, actividad física

Nombre Tutor/Tutora del Trabajo Cristina Bouzas Velasco

Nombre Tutor/Tutora (si procede)

Se autoriza la Universidad a incluir este trabajo en el Repositorio Institucional para su consulta en acceso abierto y difusión en línea, con fines exclusivamente académicos y de investigación

Autor		Tutor	
Sí	No	Sí	No
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Resumen

Las personas consumen polifenoles a través de los alimentos. Este trabajo tiene como objetivo principal estudiar la relación entre el consumo de polifenoles y distintas variables de salud en adultos con síndrome metabólico en baleares. Se realizó un estudio transversal en el que se incluyeron en el análisis 270 personas donde se utilizó un cuestionario FFQ de 143 ítems. Para obtener el contenido de polifenoles de cada alimento se utilizó la base de datos Phenol Explorer 3.6. Posteriormente se realizó un análisis estadístico utilizando el software estadístico SPSS 27.0 realizando las pruebas de chi-cuadrado (χ^2), Kruskal-Wallis, ANOVA de una vía y post-hoc de Bonferroni. Los resultados son los siguientes las personas poco activas son las que consumen mayor cantidad de polifenoles y las más activas consumen menos polifenoles; las personas que consumen un mayor número de polifenoles son las que presentan mayor adherencia a la dieta mediterránea; no se han observado diferencias significativas entre la ingesta de polifenoles, el estado oxidativo y la inflamación; por otro lado se observa que hay diferencias significativas entre la ingesta de polifenoles y la glucosa. Para concluir las personas que consumen más polifenoles tienen un estilo de vida más saludable ya que su alimentación los lleva a ello así como la actividad física mejorando sus índices de glucemia.

Resum

Les persones consumeixen polifenols a través dels aliments. Aquest treball té com a objectiu principal estudiar la relació entre el consum de polifenols i diferents variables de salut en adults amb síndrome metabòlic a les Balears. Es va fer un estudi transversal en el qual es van incloure a l'anàlisi 270 persones es va utilitzar un qüestionari FFQ de 143 ítems. Per obtenir el contingut de polifenols de cada aliment es va utilitzar la base de dades Phenol Explorer 3.6. Posteriorment es va realitzar un anàlisi estadístic utilitzant el programa estadístic SPSS 27.0 realitzant les proves de chi-cuadrat ((2), Kruskal-Wallis, ANOVA d'una via i post-hoc de Bonferroni. Els resultats són els següents les persones poc actives són les que consumeixen més quantitat de polifenols i les més actives consumeixen menys polifenols; les persones que consumeixen un major nombre de polifenols són les que presenten major adherència a la dieta mediterrània; no s'han observat diferències significatives entre la ingesta de polifenols, l'estat oxidatiu i la

inflamació; d'altra banda s'observa que hi ha diferències significatives entre la ingesta de polifenols i la glucosa. Per concloure les persones que consumeixen més polifenols tenen un estil de vida més saludable ja que la seva alimentació els porta a això així com l'activitat física millorant els seus índexs de glucèmia.

Abstract

People consume polyphenols through food. The main objective of this work is to study the relationship between the consumption of polyphenols and different health variables in adults with metabolic syndrome in the Balearic Islands. A cross-sectional study was carried out in which 270 people were included in the analysis using a 143-item FFQ questionnaire. To obtain the polyphenol content of each food, the Phenol Explorer 3.6 database was used. Subsequently, a statistical analysis was performed using the SPSS 27.0 statistical software, performing the chi-square (χ^2), Kruskal-Wallis, one-way ANOVA and Bonferroni post-hoc tests. The results are as follows: the inactive people are those who consume the greatest amount of polyphenols and the most active consume less polyphenols; the people who consume a greater number of polyphenols are those who present greater adherence to the Mediterranean diet; no significant differences have been observed between the intake of polyphenols, the oxidative state and inflammation; On the other hand, it is observed that there are significant differences between the intake of polyphenols and glucose. To conclude, people who consume more polyphenols have a healthier lifestyle since their diet leads them to it, as well as physical activity, improving their glycemic indexes.

Índice

1. Introducción.....	1
2. Hipótesis y objetivos.....	6
3. Metodología.....	7
- Diseño del estudio	
- Participantes, reclutamiento y ética	
- Evaluación de la ingesta dietética	
- Obtención datos polifenoles	
- Otras variables de salud	
- Análisis estadístico	
4. Resultados.....	10
5. Discusión.....	14
- Fortalezas y limitaciones	
6. Conclusión.....	16
7. Bibliografía.....	17

1. Introducción

Uno de los factores que influye más fuertemente en la incidencia de enfermedades cardiovasculares es la dieta (1). Numerosos estudios realizados han visto los efectos beneficiosos de la ingesta de polifenoles en la salud sobre todo sobre la salud cardiovascular, ya que es una de las enfermedades que tienen mayor mortalidad en el mundo (2). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) se calcula que en el 2019 se murieron 17,9 millones de personas como consecuencia de sufrir enfermedad cardiovascular y que esto representa el 32% de todas las muertes registradas en el mundo, estos datos van en aumento con los años (3).

Se han realizado numerosos estudios sobre los efectos beneficiosos de los polifenoles en la salud cardiovascular, ya que se ha visto la capacidad que tienen los polifenoles de modular la actividad de diferentes enzimas y de interferir en los mecanismos de señalización así como en distintos procesos celulares, esto puede deberse a sus características fisicoquímicas que les permite participar en diferentes reacciones metabólicas celulares de oxido-reducción a través de las propiedades de eliminación de aniones superóxido y la interacción con especies reactivas de oxígeno como los radicales hidroxilo y peroxígenos (1,2).

Se ha visto que los efectos antioxidantes de los polifenoles podrían ayudar a proteger el sistema cardiovascular ya que numerosos estudios indican que la ingesta regular de polifenoles en bebidas y alimentos también se asocia a este efecto protector (1). En realidad los polifenoles son los principales antioxidantes de la dieta ya que se ha visto que su ingesta es 10 veces superior a la de la vitamina C y 100 veces superior a la de la vitamina E o los carotenoides (2).

Se han identificado más de 500 polifenoles diferentes en los alimentos ya que estos muestran estructuras muy diversas (4). Los polifenoles presentan una estructura molecular que se caracteriza por presentar uno o varios anillos fenólicos. Estos compuestos se originan principalmente en las plantas ya que estas los sintetizan en gran cantidad y son indispensables para sus funciones fisiológicas (2).

Los polifenoles se caracterizan por poseer al menos un anillo bencénico al que se le asocian al menos un grupo hidroxilo esto también define las clases y las subclases de los polifenoles. Así los principales cuatro grupos de polifenoles son: flavonoides (incluyen flavanoles, flavonas, flavonoles, antocianinas e isoflavonas), ácidos fenólicos (se dividen en ácidos hidroxibenzoicos e hidroxicinámicos), estilbenos y lignanos, pero hay otros compuestos

fenólicos que no entran en ninguna de estas categorías ya mencionadas y son los alcoholes fenólicos (5). Como puede verse en la Figura 1 donde se muestra algunas de las estructuras representativas de las distintas clases de polifenoles.

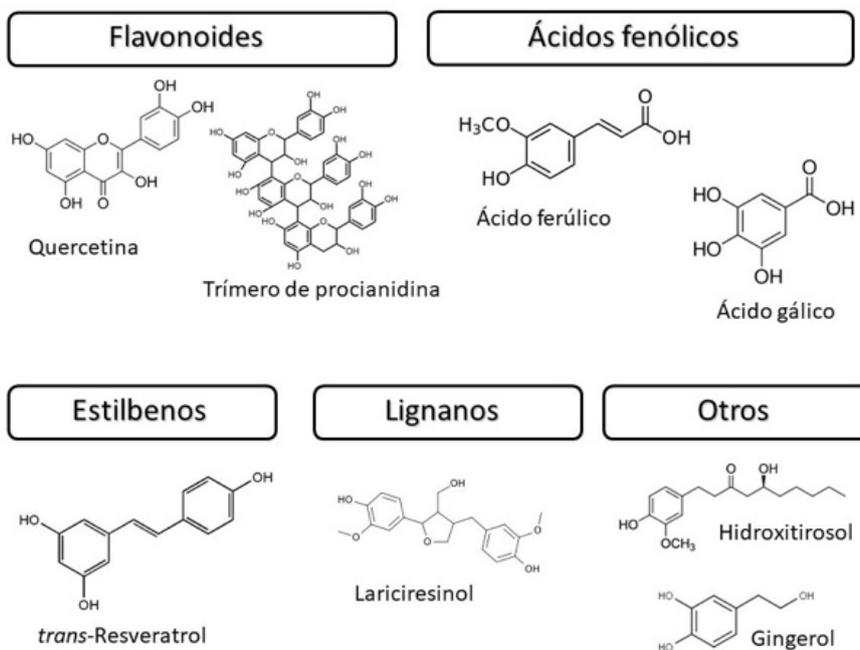
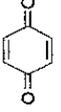
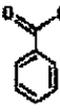
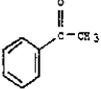
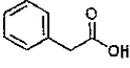
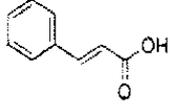
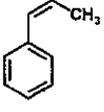
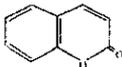
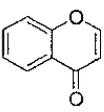
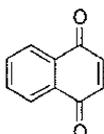
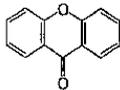
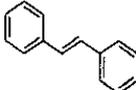
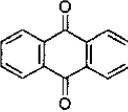
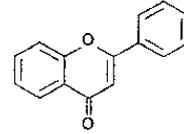
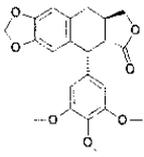
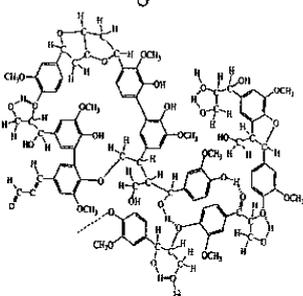


Figura 1. Estructuras representativas de las distintas clases de polifenoles (5).

A continuación, se representa una tabla con las principales clases de compuestos fenólicos según su cadena carbonatada (Tabla 1).

Tabla 1. Principales clases de compuestos fenólicos según su cadena carbonatada (6).

Class	Basic skeleton	Basic structure
Simple phenols	C ₆	
Benzoquinones	C ₆	
Phenolic acids	C ₆ -C ₁	
Acetophenones	C ₆ -C ₂	
Phenylacetic acids	C ₆ -C ₂	
Hydroxycinnamic acids	C ₆ -C ₃	
Phenylpropenes	C ₆ -C ₃	
Coumarins, isocoumarins	C ₆ -C ₃	
Chromones	C ₆ -C ₃	
Naphthoquinones	C ₆ -C ₄	
Xanthenes	C ₆ -C ₁ -C ₆	
Stilbenes	C ₆ -C ₂ -C ₆	
Anthraquinones	C ₆ -C ₂ -C ₆	
Flavonoids	C ₆ -C ₃ -C ₆	
Lignans and neolignans	(C ₆ -C ₃) ₂	
Lignins	(C ₆ -C ₃) _n	

Se ha demostrado un gran potencial relacionado con la prevención y modulación de alteraciones metabólicas mediante estudios preclínicos, clínicos y observacionales del poder antioxidante que tienen los polifenoles que permiten un efecto beneficioso en la salud cardiovascular (5).

Cabe destacar que debido a esta acción antioxidante que presentan los polifenoles estos son capaces de bajar los niveles de radicales libres sobre todo en el tubo digestivo, también son capaces de activar los sistemas de defensa antioxidantes endógenos así como de disminuir los niveles de LDLs oxidadas. Estos polifenoles también presentan mecanismos de acción donde modulan al actividad de la microbiota de diferentes maneras reduciendo la alteración de la composición y función de los microorganismos que habitan en los intestinos (7) también la población de especies bacterianas que son beneficiosas es aumentada donde la transformación que realiza la microbiota de los compuestos da metabolitos absorbibles y que son beneficiosos. Otro mecanismo de acción que presentan es su capacidad para reducir la absorción de carbohidratos mediante la inhibición de distintas enzimas del tubo digestivo, también participan en la formación de ácido úrico que se realiza mediante la inhibición de la enzima xantina oxidoreductasa y también hay que tener en cuenta que los polifenoles también participan en la trombogénesis bloqueando algunos enzimas como el tromboxano A₂, TXA₂, la ciclooxigenasa, COX y la lipooxigenasa (LPO). Y por último los polifenoles también actúan sobre vías de señalización celular que afectan a factores de transcripción y lo hacen estimulando la vía de señalización de la insulina bloqueando la vía NFκB para mejorar su función vascular teniendo un efecto antiinflamatorio, también modulan la respuesta apoptótica incrementándola o disminuyéndola y mejoran la función vascular realizando un aumento de los niveles de oxido nítrico que provoca una aumento en la transcripción de eNOS y una inhibición de iNOS. (2,5)

A continuación, en la figura 2 observamos como actúan los polifenoles en los principales mecanismos responsables de la actividad biológica.

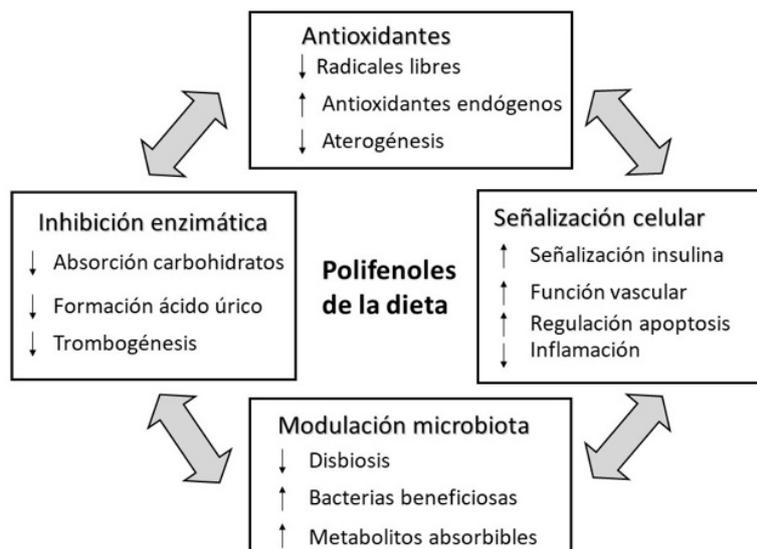


Figura 2. Principales mecanismos de acción responsables de la actividad biológica de los polifenoles (5)

También se debe tener en cuenta que hay mitos falsos referentes a las dietas por ejemplo que se debe tomar la fruta fuera de las comidas pero esto no es verdad ya que tanto si te tomas la fruta con las comidas o como un refrigerio la cantidad de calorías y vitaminas que ingieres será la misma en cambio sí que se recomienda tomarla con las comidas para así evitar tomar de postre alimentos menos saludables, otro mito es el de tomar suplementos dietéticos y vitamínicos para mejorar la salud cuando esto no sería necesario si realizas una dieta equilibrada a no ser que te lo prescriba un facultativo (8). Por último, nos encontramos las dietas detox las cuales son peligrosa para la salud ya que consisten en alimentarse solamente de batidos de frutas o verduras en su mayoría verduras lo cual esto proporciona una ausencia de alimentos, una escasez de vitaminas y minerales y que al licuar los alimentos solo no quedamos con la parte liquida de estos y de desecha la fibra y otros componentes que hacen que se regule la velocidad de absorción de algunos nutrientes como el azúcar y las grasas (9).

2. Hipótesis y objetivos

Este presente estudio, presentado como Trabajo Final de Grado, tiene como objetivo principal estudiar la relación entre el consumo de polifenoles y distintas variables de salud en adultos con síndrome metabólico residentes en baleares.

Los objetivos específicos de este trabajo son:

1. Relacionar el estilo de vida, entendido como ingesta dietética y actividad física, con la ingesta de polifenoles, en adultos mayores con síndrome metabólico.
2. Determinar la relación entre esta ingesta de polifenoles y el estrés oxidativo, en adultos mayores con síndrome metabólico.
3. Evaluar la relación entre esta ingesta de polifenoles y diferentes parámetros que definen el síndrome metabólico la salud cardiovascular, en adultos mayores con síndrome metabólico.

La hipótesis del presente trabajo es que un mayor contenido de polifenoles en la dieta se relaciona con unos hábitos de vida más saludables, que en última instancia se traducen en un mejor estado de salud (evaluado como síndrome metabólico) que las personas que presentan una dieta más baja en contenido de polifenoles.

3. Metodología

Diseño del estudio

Para este Trabajo final de Grado se ha desarrollado un estudio transversal. Esta investigación se desarrolló en el marco de un ensayo multicéntrico de grupos paralelos de 8 años de duración en 23 centros españoles para evaluar cómo afecta la pérdida de peso inducida por una dieta hipocalórica tradicional del mediterráneo la cual es combinada con un fomento de la actividad física y el apoyo de la enfermedad cardiovascular y la mortalidad. El protocolo de esta investigación está disponible en el artículo de Martínez-González *et al.* (10). El ensayo fue registrado en el International Standard Randomized Trial en el año 2014 (11) con el número 89898870.

Participantes, reclutamiento y ética

Se entrevistaron un total de 380 hombres de 55 a 75 años de edad y mujeres de 60 a 75 años de edad los cuales presentan sobrepeso u obesidad ya que tienen un índice de masa corporal entre los 27 y 40 kg/m². Los participantes cumplían al menos tres de los cinco criterios de diagnóstico de síndrome metabólico según la Association and National Heart, Lung, and Blood Institute (12). Por último, se incluyeron en el análisis 270 participantes después de descartar aquellos participantes con datos FFQ (cuestionario semicuantitativo de frecuencia de alimentos) incompletos además de excluir aquellos participantes que tenían un consumo energético extremo (13). En la figura 3 se observa un diagrama de flujo de los participantes elegibles.

Los participantes dieron su consentimiento informado por escrito. Los comités éticos aprobaron el protocolo y los procedimientos del estudio de acuerdo a los estándares éticos de la Declaración de Helsinki.

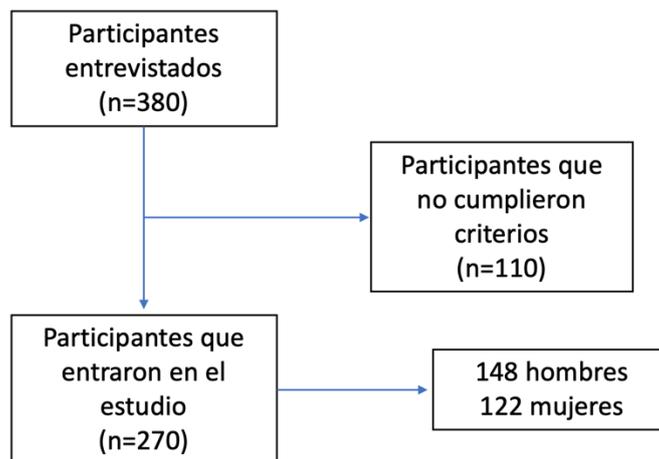


Figura 3. Diagrama de flujo

Evaluación de la ingesta dietética

Los hábitos dietéticos fueron evaluados por dietistas-nutricionistas al principio del estudio a través de un cuestionario FFQ de 143 ítems (14) que ha sido validado previamente en población española (14-16). Para cada ítem se estableció un tamaño de porción. Se registraron en 9 categorías según las frecuencias de consumo de van desde “nunca o casi nunca” hasta “ ≥ 6 veces/día”. Se calculó la ingesta de energía y nutrientes como la frecuencia multiplicada por la composición de nutrientes del tamaño de porción especificado para cada alimento. Esto se hizo utilizando un programa informático basado en la información disponible de las tablas de composición de alimentos españolas (17,18). Finalmente, los resultados se utilizaron para determinar en gramos la cantidad específica de comida que cada participante del estudio había comido por día.

La adherencia a la dieta mediterránea se evaluó mediante un cuestionario validado que contiene de 17 ítems (19).

Obtención datos polifenoles

Para la obtención del contenido de polifenoles de cada alimento y si este presenta o no polifenoles se buscó en internet se encontró una base de datos llamada Phenol Explorer 3.6 (20) y un artículo científico (21). Se realizó una combinación de estas dos bases de datos para extraer el contenido de polifenoles totales de cada alimento que se encuentra en el FFQ que presenta 143 ítems.

Otras variables de salud

Cada paciente reportó la información relacionada con características sociodemográficas como la edad, el sexo y el nivel escolar. También se obtuvieron medidas antropométricas como la altura, el peso, la circunferencia de la cintura y de la cadera.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con la ayuda del paquete de software estadístico SPSS versión 27.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EE.UU.).

La cantidad de polifenoles de la dieta se distribuyó en terciles, donde el tercil 1 (T1) son los alimentos que presentan el contenido de polifenoles más bajo $\leq 17,0$ mg/100g, en el tercil 2 (T2) los alimentos que presentan un contenido en polifenoles moderado 17,01-24,6 mg/100g y finalmente el tercil 3 (T3) que son los alimentos que presentan un contenido de polifenoles más alto $\geq 24,61$ mg/100g.

Los datos analizados se muestran como mediana y rango intercuartil (IQR), media y desviación estándar (SD) y los datos de prevalencia se expresan como tamaño de muestra y porcentaje. Para las variables categóricas se utilizó la prueba de chi-cuadrado (χ^2) y para las variables continuas con distribución normal se utilizó ANOVA de una vía y post-hoc de Bonferroni, mientras que en el caso de las variables con distribución no normal se empleó el método estadístico de Kruskal-Wallis, nuevamente ajustando el post-hoc mediante Bonferroni.

4. Resultados

Previamente se entrevistaron 380 participantes. 270 cumplieron criterios para la inclusión en el estudio, por esto finalmente solo se analizaron los datos de un total de 270 participantes.

En la tabla 2 se puede ver como de los 270 participantes 148 (54,8%) son hombres mientras que 122 (45,2%) son mujeres. También se observa que la mayoría de los participantes son de origen europeo concretamente 260 (96,3%) después tenemos participantes de origen latino americano 9 (3,3%) y 1 (0,4%) participante de origen asiático. En lo referente al número de personas con las que comparten hogar tenemos que 30 (11,1%) participantes no comparten hogar con nadie, 154 (57,0%) de los participantes comparten hogar con una persona, 52 (19,3%) de los participantes comparten hogar con dos personas, 23 (8,5%) de los participantes comparte hogar con tres personas, 9 (3,3%) de los participantes comparte hogar con cuatro personas, 1 (0,4%) de los participantes comparte hogar con cinco personas y finalmente 1 (0,4%) de los participantes comparte hogar con siete personas. En cuanto a su estado civil tenemos 15 (5,6%) de los participantes que son solteros, 207 (76,7%) de los participantes que son casados o pareja de hecho, 20 (7,5%) de los participantes que son divorciados y 28 (10,4%) de los participantes que son viudos. Si nos referimos a su grado de educación el que presentan la mayoría y el más común es la educación primaria con 137 (50,7%) de los participantes seguido de la educación en escuela secundaria o bachiller con 81 (30,0%) de participantes, posteriormente van personas con título superior o similar 38 (14,1%) de los participantes y 14 (5,2) presentan son técnicos de escuela universitaria. La mayoría de ellos se encuentran jubilados concretamente 144 (53,3%) a los que les siguen 74 (27,4%) que se encuentran trabajando 18 (6,7%) son amas de casa, 13 (4,8%) se encuentran en paro, 9 (3,3%) tiene una incapacidad y 6 (2,2%) presenta una baja laboral de más de tres meses. Finalmente, en cuanto al número de horas que duermen al día 135 (50,0%) duermen menos de siete horas y 134 (49,6%) duermen más de siete horas diarias.

Tabla 2. Sujetos estudiados

	N=270	Frecuencia (%)
Sexo	Hombre	148 (54,8)
	Mujer	122 (45,2)
Procedencia	Europa	260 (96,3)
	Latino América	9 (3,3)
	Asiática	1 (0,4)
Nº de personas con las que comparte hogar	0	30 (11,1)
	1	154 (57,0)
	2	52 (19,3)
	3	23 (8,5)
	4	9 (3,3)
	5	1 (0,4)
	7	1 (0,4)
Estado Civil	Soltero	15 (5,6)
	Casado/Pareja de hecho	207 (76,7)
	Separado/divorciado	20 (7,5)
	Viudo	28 (10,4)
Grado de educación	Título Superior o similares	38 (14,1)
	Técnico escuela universitaria	14 (5,2)
	Escuela Secundaria o Bachiller	81 (30,0)
	Escuela Primaria	137 (50,7)
Situación laboral	Paro	13 (4,8)
	Trabajando	74 (27,4)
	Jubilado	144 (53,3)
	Incapacidad	9 (3,3)
	Ama de casa	18 (6,7)
	Baja laboral más de 3 meses	6 (2,2)
Nº de horas que se duerme al día	+ 7 horas	134 (49,6)
	- 7 horas	135 (50,0)

En la tabla 3 se observa la relación entre el consumo de polifenoles, la ingesta de diferentes grupos de alimentos y la actividad física total. En la tabla se muestra que las personas que son poco activas en intensidad física son los que consumen mayor cantidad de polifenoles y las personas que son activas tienen un menor consumo de polifenoles. De los resultados analizados referente al consumo de nutrientes y a los alimentos analizados tenemos que las personas que consumen un mayor número de alimentos ricos en polifenoles presentan una mayor adherencia a la dieta mediterránea (T3 (mediana (IQR)): 8,0 (\pm 4,0). T1: 6,0 (\pm 3,0)), también cabe destacar que las personas que consumen mayor número de polifenoles son las

que presentan mayor energía (T3 (mediana (IQR)): 2649,4 (\pm 963,1). T1: 1903,2 (\pm 693,8)). Referente a los alimentos analizados se observa un aumento en el consumo de polifenoles en fruta (T3 (mediana (IQR)): 461,3 (\pm 286,0) g/día. T1: 237,4 (\pm 189,1) g/día), en verduras y hortalizas (T3 (mediana (IQR)): 382,3 (\pm 236,0) g/día. T1: 229,9 (\pm 137,5) g/día), en legumbres (T3 (mediana (IQR)): 20,6 (\pm 17,1) g/día. T1: 11,9 (\pm 8,6) g/día), cereales (T3 (mediana (IQR)): 114,9 (\pm 127,1) g/día. T1: 93,1 (\pm 69,2) g/día), en pescados (T3 (mediana (IQR)): 92,3 (\pm 64,3) g/día. T1: 66,6 (\pm 60,7) g/día), en frutos secos (T3 (mediana (IQR)): 20,1 (\pm 21,4) g/día. T1: 4,0 (\pm 6,3) g/día) y en galletas, repostería y dulces (T3 (mediana (IQR)): 21,1 (\pm 40,5) g/día. T1: 13,6 (\pm 27,4) g/día).

Tabla 3. Estilo de vida

	T1	T2	T3	
	Mediana (IQR)	Mediana (IQR)	Mediana (IQR)	P-valor
Adherencia dieta mediterránea	6,0 (\pm 3,0) ^{ab}	7,0 (\pm 4,0) ^{ac}	8,0 (\pm 4,0) ^{bc}	0,001
Energía total	1903,2 (\pm 693,8) ^{ab}	2401,3 (\pm 768,4) ^{ac}	2649,4 (\pm 963,1) ^{bc}	0,001
% proteínas	16,7 (\pm 4,0)	15,51(\pm 4,4)	15,6(\pm 3,9)	0,137
Frutas (g/día)	237,4 (\pm 189,1) ^{ab}	363,2 (\pm 207,6) ^{ac}	461,3 (\pm 286,0) ^{bc}	0,001
Verduras y hortalizas (g/día)	229,9 (\pm 137,5) ^{ab}	327,9 (\pm 160,3) ^a	382,3 (\pm 236,0) ^b	0,001
Legumbres (g/día)	11,9 (\pm 8,6) ^{ab}	15,9 (\pm 13,1) ^{ac}	20,6 (\pm 17,1) ^{bc}	0,001
Cereales (g/día)	93,1 (\pm 69,2) ^{ab}	114,3 (\pm 118,0) ^a	114,9 (\pm 127,1) ^b	0,005
Lácteos (g/día)	248,3 (\pm 173,9)	300,8 (\pm 209,6)	275,9 (\pm 161,4)	0,380
Carnes y derivados (g/día)	148,6 (\pm 76,5)	144,5 (\pm 68,4)	169,6 (\pm 93,9)	0,160
Aceite de oliva (g/día)	25,0 (\pm 25,0)	32,9 (\pm 25,0)	35,0 (\pm 25,0)	0,157
Pescados (g/día)	66,6 (\pm 60,7) ^b	78,3 (\pm 55,5)	92,3 (\pm 64,3) ^b	0,001
Frutos secos (g/día)	4,0 (\pm 6,3) ^{ab}	8,0 (\pm 9,9) ^{ac}	20,1 (\pm 21,4) ^{bc}	0,001
Galletas, repostería y dulces (g/día)	13,6 (\pm 27,4) ^b	21,4 (\pm 40,7)	21,1 (\pm 40,5) ^b	0,047
Actividad física (MET·min/sem)	1713,3 (\pm 2489,5) ^b	2021,0 (\pm 2647,8)	2718,0 (\pm 3121,2) ^b	0,009
	Media (\pm SD)	Media (\pm SD)	Media (\pm SD)	P-valor
% grasa	40,9 (\pm 7,2)	38,8 (\pm 6,4)	39,2 (\pm 6,3)	0,080
% HC	39,6 (\pm 7,9)	41,5 (\pm 6,7)	40,3 (\pm 6,3)	0,183
Actividad física	n (%)	n (%)	n (%)	P-valor
Poco activo	66 (75,0%)	56 (63,6%)	47 (51,1%)	0,017
Moderadamente activo	12 (13,6%)	21 (23,9%)	25 (27,2%)	
Activo	10 (11,4%)	11 (12,5%)	20 (21,7%)	

En la tabla 4 se muestra la relación entre ingesta de polifenoles, y estado oxidativo y inflamación. Se observa que no hay diferencias significativas entre la ingesta de polifenoles respecto a cada una de las variables CAT, SOD, polifenoles en plasma, polifenoles en orina, TNF α y IL6.

Tabla 4. Correlación entre polifenoles, ingesta y estado oxidativo y inflamación

	T1	T2	T3	
	Mediana (IQR)	Mediana (IQR)	Mediana (IQR)	P-valor
CAT	41,1 (\pm 31,6)	50,4 (\pm 33,8)	48,3 (\pm 26,5)	0,452
SOD	174,1 (\pm 81,0)	101,3 (\pm 144,0)	181,3 (\pm 122,0)	0,481
Polifenoles (plasma)	0,052 (\pm 0,02)	0,051 (\pm 0,01)	0,054 (\pm 0,02)	0,249
	Media (SD)	Media (SD)	Media (SD)	p-valor
Polifenoles (orina)	10,8 (\pm 4,0)	11,6 (\pm 4,1)	11,5 (\pm 3,8)	0,735
TNF α	3,4 (\pm 1,1)	4,3 (\pm 2,5)	3,3 (\pm 1,5)	0,207
IL6	3,6 (\pm 3,2)	7,4 (\pm 6,0)	4,4 (\pm 2,8)	0,093

Tabla 5. Relación ingesta de polifenoles con el síndrome metabólico

	T1	T2	T3	
	Mediana (IQR)	Mediana (IQR)	Mediana (IQR)	p-valor
IMC (kg/m ²)	32,6 (\pm 5,5)	32,8 (\pm 6,6)	32,7 (\pm 5,4)	0,750
Cintura (cm)	111,1 (\pm 10,8)	111,3 (\pm 10,2)	111,3 (\pm 9,7)	0,970
PAD (mmHg)	81,0 (\pm 14,0)	81,0 (\pm 15,0)	82,0 (\pm 15,0)	0,852
Glucemia (mg/dL)	107,5 (\pm 28,0)	107,0 (\pm 28,0)	117,0 (\pm 35,0)	0,044
HDL (mg/dL)	43,0 (\pm 11,8)	45,0 (\pm 15,0) ^c	43,0 (\pm 12,0) ^c	0,216
Triglicéridos (mg/dL)	135,0 (\pm 112,0)	129,0 (\pm 70,0)	132,0 (\pm 98,0)	0,415
Hb glicosilada (HbA1c%)	6,0 (\pm 1,0)	5,8 (\pm 0,8)	6,0 (\pm 1,1)	0,375
	Media (SD)	Media (SD)	Media (SD)	p-valor
PA Sistólica (mmHg)	139,1 (\pm 18,7)	139,8 (\pm 16,9)	142,3 (\pm 18,4)	0,487
Colesterol total (mg/dL)	186,1 (\pm 38,5)	183,8 (\pm 36,6)	185,0 (\pm 40,0)	0,976

Abreviaturas: PA: Presión arterial. HDL: Colesterol de baja densidad. Hb: Hemoglobina

En la tabla 5 se explora la relación entre la ingesta de polifenoles y los diferentes ítems del síndrome metabólico. Se observa que hay diferencias significativas entre la ingesta de polifenoles respecto a la glucosa. Las personas que consumen mayor cantidad de polifenoles son las que presentan una glucemia mayor (T3 (mediana (IQR)): 43,0 (\pm 12,0) mg/dl. T1: 107,5 (\pm 28,0) mg/dl).

5. Discusión

El presente estudio ha demostrado que las personas que consumían mayor cantidad de polifenoles son las que presentan una mayor adherencia a la dieta mediterránea. Como ha descrito Issaoui *et al.*, la dieta mediterránea aporta altos niveles de polifenoles (4). En consecuencia, las personas que realizan una dieta mediterránea también tienen una mayor ingesta de polifenoles.

Los polifenoles son sustancias no energéticas, como describe el autor Quiñones *et al.*, (2). La baja ingesta calórica no está relacionada con el consumo de polifenoles *per se*, pero los alimentos ricos en polifenoles son alimentos con una baja densidad energética. Así se explica como un consumo más elevado de polifenoles en la dieta es además de ser saludable se relaciona con una dieta menos calórica (4).

Las personas que consumieron más polifenoles también consumieron más frutas, verduras, legumbres, cereales y frutos secos. Como han descrito Quiñones *et al.*, y Giada & Giada, estos alimentos son fuente de polifenoles (2,6). Por lo tanto, parece lógico que las personas que más consumen estos alimentos sean las personas que más polifenoles consuman. El pescado no contiene polifenoles pero las personas que presentan una dieta más saludable son aquellas que consumen más pescado (21). Las dietas más saludables no solo incluyen los alimentos ricos en polifenoles nombrados al inicio de este párrafo, sino también incluyen otros alimentos como el pescado (22). Por esto, las personas que más polifenoles consumen son las que más pescado consumen, no por el aporte de polifenoles del pescado, sino por el efecto sinérgico de la alimentación saludable en su conjunto. Referente a las galletas, repostería y dulces como se incluye en ellos el chocolate este es el motivo por el cual este grupo presenta polifenoles no por el resto de bollería (1,4,23).

Un aumento en la actividad física proporciona un aumento en el consumo de polifenoles. Como describe Bouzas *et al.*, las personas que realizan un estilo de vida saludable tienden a hacerlo en todas las áreas de su estilo de vida: alimentación, actividad física, sueño, etc. Por tanto, una mayor actividad física se relaciona con una mejora en la alimentación (24). Así podemos encontrar justificación al hecho de que las personas que realizan mayor actividad física son las que más se adhieren a la dieta saludable, y por ende consuman mayor cantidad de polifenoles.

Cuando relacionamos la ingesta de polifenoles con el síndrome metabólico podemos observar que la glucemia se ve aumentada en personas que consumen mayor cantidad de polifenoles. Como dice el autor Pérez-Jiménez las personas que presentan síndrome metabólico suelen tener resistencia a la insulina y como los polifenoles regulan el metabolismo de la insulina se observa un aumento en la captación de glucosa por las células cuando disponen de polifenoles (5).

Fortalezas y limitaciones

El presente trabajo presenta algunas fortalezas. En primer lugar, el tamaño de la muestra fue grande. En segundo lugar, se utilizaron cuestionarios validados (FFQ) donde se tiene en cuenta la dieta que siguen estos pacientes y de allí se estimó la cantidad de polifenoles que consumían. En tercer lugar, se utilizó la base de datos Phenol Explorer 3.6 que incluye datos sobre el contenido de polifenoles de los alimentos después de haber sido procesados y sin procesar.

Las limitaciones que se encontraron fueron primero que al ser un diseño transversal no se permite establecer causalidad. Segundo que al ser una población mayor los resultados no son extrapolables a otros grupos de población. Tercero, se encontró una gran dificultad para encontrar bases de datos adecuadas ya que casi no hay. Para finalizar también mencionar que los polifenoles no son muy estables y por esto el contenido de estos en algunos productos puede subestimarse y en otros puede estar sobrestimado o mal estimado (21).

6. Conclusión

Las personas que consumen más polifenoles tienen un estilo de vida más saludable, tanto porque siguen una alimentación más próxima al patrón saludable de dieta mediterránea, como porque son más activos físicamente que las personas que consumen menos polifenoles.

7. Bibliografía

1. Schini-Kerth VB, Auger C, Kim JH, Étienne-Selloum N, Chataigneau T. Nutritional improvement of the endothelial control of vascular tone by polyphenols: Role of NO and EDHF. *Pflugers Arch Eur J Physiol.* 2010;459(6):853-62.
2. Quiñones M, Miguel M, Aleixandre A. Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutr Hosp.* 2012;27(1):76-89.
3. World Health Organization. Cardiovascular diseases (CVDs). Disponible en: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
4. Issaoui M, Delgado AM, Caruso G, Micali M, Barbera M, Atrous H, et al. Phenols, Flavors, and the Mediterranean Diet. *J AOAC Int.* 2020;103(4):915-24.
5. Pérez-Jiménez J. Potential of dietary extractable and non-extractable polyphenols in the prevention of cardiometabolic diseases. *An RANM.* 2020;136(03):298-307.
6. Giada M de LR, Giada M de LR. Food Phenolic Compounds: Main Classes, Sources and Their Antioxidant Power. *Oxidative Stress Chronic Degener Dis - A Role Antioxidants.* 2013
7. Disbiosis intestinal: causas y tratamiento- Lactoflora. Disponible en: <https://www.lactoflora.es/disbiosis-intestinal-que-es-causas-y-tratamiento/#>
8. Ministerio de Sanidad. Estilos de vida saludable - Falsos mitos. Disponible en: <https://estilosdevidasaludable.sanidad.gob.es/alimentacionSaludable/falsosMitos/home.htm#mito4>
9. Montalvo L. Dietas detox: mitos y realidad - Salud Sin Bulos. Disponible en: <https://saludsinbulos.com/nutricion/dietas-detox-mitos-realidad/>
10. Martínez-González MA, Buil-Cosiales P, Corella D, Bulló M, Fitó M, Vioque J, et al. Cohort Profile: Design and methods of the PREDIMED-Plus randomized trial. *Int J Epidemiol.* 2019;48(2):387-388o.
11. ISRCTN - ISRCTN89898870: Effect of an energy-restricted Mediterranean diet, physical activity and behavioral intervention on the primary prevention of cardiovascular disease. Disponible en: <https://www.isrctn.com/ISRCTN89898870>
12. Alberti KGMM, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JI, Donato KA. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation.* 2009;120(16):1640-1645.

13. Willet W. Nutricional epidemiology. Oxford Oxford Univ Press. 2012;
14. Fernández-Ballart JD, Piñol JL, Zazpe I, Corella D, Carrasco P, Toledo E, et al. Relative validity of a semi-quantitative food-frequency questionnaire in an elderly Mediterranean population of Spain. *Br J Nutr*. 2010;103(12):1808-16.
15. Martin-moreno JM, Boyle P, Gorgojo L, Maisonneuve P, Fernandez-rodriguez JC, Salvini S, et al. Development and Validation of a Food Frequency Questionnaire in Spain. *Int J Epidemiol*. 1993;22(3):512-9.
16. de la Fuente-Arrillaga C, Vázquez Ruiz Z, Bes-Rastrollo M, Sampson L, Martínez-González MA. Reproducibility of an FFQ validated in Spain. *Public Health Nutr*. 2010;13(9):1364-72.
17. Moreiras O, Carbajal A, Cabrera L, Cuadrado C. Tablas De Composicion De Alimentos (Ciencia Y Tecnica).
18. Mataix J, Mañas M, Llopis J, Martínez de Victoria E, Juan J, Borregón A. Tablas de Composición de Alimentos (Spanish Food Composition Tables. 5th ed Granada Univ Granada. 2013;
19. Schröder H, Zomeño MD, Martínez-González MA, Salas-Salvadó J, Corella D, Vioque J, et al. Validity of the energy-restricted Mediterranean Diet Adherence Screener. *Clin Nutr*. 2021;40(8):4971-9.
20. Database on Polyphenol Content in Foods - Phenol-Explorer. Disponible en: <http://phenol-explorer.eu/>
21. Karam J, Del Mar Bibiloni M, Tur JA. Polyphenol estimated intake and dietary sources among older adults from Mallorca Island. *PLoS One*. 2018;13(1):e0191573.
22. Pérez-Heras AM, Romano B, Montserrat C. Alimentos saludables | Alimentación para mantener la salud | PortalCLÍNICA . Disponible en: <https://www.clinicbarcelona.org/asistencia/vida-saludable/alimentacion-saludable/componentes-de-la-alimentacion-saludable#>
23. Lotito SB, Frei B. Consumption of flavonoid-rich foods and increased plasma antioxidant capacity in humans: Cause, consequence, or epiphenomenon? *Free Radic Biol Med*. 2006;41(12):1727-46.
24. Bouzas C, Bibiloni MDM, Julibert A, Ruiz-canela M, Salas-salvadó J, Corella D, et al. Adherence to the Mediterranean Lifestyle and Desired Body Weight Loss in a Mediterranean Adult Population with Overweight: A PREDIMED-Plus Study. *Nutrients*. 2020;12(7):1-21.